

/z/の調音様式の変異：コーパスによる分析

著者	前川 喜久雄
雑誌名	国語研プロジェクトレビュー
号	5
ページ	21-45
発行年	2011-06
URL	http://doi.org/10.15084/00000563

/z/の調音様式の変異

—コーパスによる分析—

Variation in the Manner of Articulation of /z/ in Japanese: A Corpus-based Analysis

前川 喜久雄 (MAEKAWA Kikuo)

国立国語研究所 (National Institute for Japanese Language and Linguistics)

《要旨》日本語ザ行子音における調音様式の変異 ([z]~[dz]) の要因を定量的かつ組織的に検討するために、『日本語話し言葉コーパス』の「Core」に施された音声ラベリングデータを分析した。分析結果は、語頭では破擦音、語中では摩擦音という従来の定説では自発音声の異音の生起パターンが説明できないことを明らかに示していた。現実の生起パターンは、子音/z/の調音に利用可能な時間長が重要であることを示唆している。この特徴を捉えるためにTACA (Time Allotted for Consonant Articulation) という指標を考案した。再分析の結果、TACAは現実の生起パターンと高い相関を示すことが明らかになった。例えば決定木分析ではTACAのみでデータ全体 (14,603サンプル) の74%が正しく分類され、これに個人差の要因と語中位置情報を追加することによってほぼ80%の分類精度が得られた。論文全体の最後に自発音声コーパスを利用した音声研究の得失を論じた。

Abstract: Phonetically annotated part of the Corpus of Spontaneous Japanese was analyzed in order to examine the variation in the manner of articulation of Japanese consonant /z/. Results of quantitative analyses revealed clearly that the traditional account based upon the distinction of word-initial versus word-internal consonant location could not explain the occurrence patterns observed in the 'real' corpus data. Observation of the real occurrence patterns suggests the importance of the time that a speaker can use for the articulation of the consonant. To capture this property of speech, a new phonetic measure called TACA (Time Allotted for Consonant Articulation) was proposed. Reanalysis using TACA revealed high correlation between the TACA and the variation of /z/. For example, results of a decision tree analysis revealed that 74% of the /z/ (out of the total of 14,603 samples) could be correctly classified using only the data of TACA. The correct classification rate went up to about 80% if the information of individual difference of speakers and location of /z/ in a word were also provided. The whole paper ends with a short discussion about the pros and cons of the corpus-based studies in phonetics.

0. はじめに

国立国語研究所言語資源研究系では、2009年10月から基幹型共同研究のひとつとして「コーパス日本語学の創成」を実施している。この漠然としたタイトルをもつ研究プロジェクトは、コーパスを用いた言語研究の方法を日本語学の領域において定着させることを目標として、音声、語彙、文法など、様々なレベルにおける日本語研究を実施するものであ

り、50名を超える内外の研究者が参加している。

ここで紹介する研究は、筆者が『日本語話し言葉コーパス』を用いて実施したものであり、*Journal of Phonetics*誌38巻3号（2010年7月刊行）に掲載された拙稿“Coarticulatory reinterpretation of allophonic variation: Corpus-based analysis of /z/ in spontaneous Japanese”を和訳したものである。ただし原論文は日本語の知識のない読者も想定して執筆されているので、日本語の音韻体系に関する記述など本誌の読者には不要と思われる内容は翻訳から除外した。また共同研究プロジェクトの目的に照らして本研究の意義をのべた8節は、本稿において新たに追加したものである。

1. 問題

日本語の標準語ではザ行モーラの子音音素である/z/の調音様式に変異が観察され、/z/は有声摩擦音ないし有声破擦音のどちらでも発音される。この事実はよく知られたものであり、日本語音声の教科書にはほぼ例外なく記載されている。しかし、この変異現象がどのようなメカニズムに従っているのかについては、よくわかっていないことが多い。本稿では、筆者らが開発した日本語の自発音声コーパスである『日本語話し言葉コーパス』を活用することによって、/z/の変異を律している根本的な要因が何であるのかを検討する。

2. 先行研究

日本語ないし日本語学の教科書の多くは、/z/の変異を、語中位置との関係で説明している。例えば日本語の入門書であるYamaguchi (2007) は、“/z/ is variably realized as either [dz] or [z], as in [dzak:a] (/zaQka/ ‘sundries’) and [kaze] (/kaze/ ‘wind’)” (p.19) と述べて、語頭では破擦音[dz]が、語中では摩擦音/z/が調音されることを示唆している。このような説明は古くから行われており、日本語音声学の教科書として有名な天沼・大坪・水谷 (1978) は「「ズ」、「ジ」は、語頭では、ほとんど、いつも[dz]、[dʒ]で発音されるが、語中では、環境によって、[z]、[ʒ]のように発音されることもある」と述べている (p.71)。/z/の変異を語中位置と関係づける試みは、管見のかぎり、服部 (1951) にまで遡ることができる。日本の音声学界に強い影響を及ぼしたこの著作で服部は「日本語の母音に先立たれない「ジ」「ズ」などの子音は、東京方言などにおいて[dʒ][dz]と表すべき破擦音」と述べている (p.184)。

語中位置による説明は日本語研究者全般に広く受け入れられているが、この説明の問題を指摘した研究も少なくともふたつある。川上 (1977) は「語頭以外の位置にあり、かつ「ん」の直後にない「ぞ、ず、ぜ、ぞ」は[za, zu, ze, zo]であることが多い」と述べた直後に「常にそうであるかのように説かれるのが常であるがそれは誤りである」と付け加えている (p.52)。

Vance (1987) は上記の川上の見解を紹介したあとで、“Kawakami’s account is certainly the most accurate for standard speakers that I have observed, although I think [z] may sometime

appear word-initially when a pause does not precede”と述べている (p.24)。

上に紹介した研究は、川上とVanceも含めて、語頭と語中では/z/の音声学的な姿に差が生じることを認めている。意見が一致しないのは、/z/の変異がどの程度まで位置によって制御されているかについてである。服部とその追随者は/z/の変異が位置によってほぼ完全に説明できると考えているが、川上やVanceはそう考えていない。

先行研究には、さらにいくつかの問題がある。ひとつの大きな問題は、上に紹介したすべての研究が摩擦音[z]と破擦音[dz]のどちらが音素/z/の本来的な姿であるかという問題について何の考察も加えていないことである。この問題を考察した研究に有坂 (1940) がある。有坂は「実際の発音に於ては、[dz]と[z]との間に位する無数の中間音が現れて来るが、それらはすべて/dz/を意圖しつつ発音されたものであって、[z]又はそれに近い形で現れてゐるものと雖も、丁寧に発音される場合にはすべて[dz]の形になるのである」と述べている (p.58)。

第二に、有坂まで含めたすべての先行研究は、いわゆる主観的な研究方法を用いており、変異を量的に考察しようとしていない。これはLabov (2001) などに代表される言語変異研究の観点からすれば大きな欠陥である。この観点からすれば、すべての先行研究が観察対象としているのがどのようなレジスターの発話であるかを明らかにしていないことも問題になる。

最後に、やはりすべての先行研究は、「語」とは何かをはっきり説明していない。この問題は日本語のように語境界の言語学的規定が安定していない言語を研究する場合には大きな問題を引き起こす可能性がある。

3. 分析

3.1 データ

本研究のデータとしてはCSJ (Corpus of Spontaneous Japanese) として知られる『日本語話し言葉コーパス』(前川2004) を利用した。CSJは自発音声の音声自動認識研究のために構築されたコーパスで、収録された音声 (752万語, 662時間) のうち9割以上は、学会での研究発表のライブ録音 (学会講演と呼ぶ) と人材派遣会社から派遣された素人話者による日常的なテーマに関する一般的なスピーチ (模擬講演と呼ぶ) にあてられている。またCSJのうち「Core」と呼ばれる約50万語分には、X-JToBI方式 (Maekawa et al. 2002) による分節音と韻律に関する精密なラベリングが施されている。本研究では、CSJ-Coreに含まれる自発モノログ (学会講演と模擬講演) を分析対象データとして利用する。

CSJのテキストは「短単位」と呼ばれる形態論上の単位 (国語辞典の見出し語にちかい長さの単位) と「長単位」と呼ばれる単位 (複合語に該当する単位) を用いて二重に形態素解析されている。例えば「国立国語研究所」は長単位としては1個の名詞であるが、短単位としては「国立 | 国語 | 研究 | 所」のように4個の単位に分割され、最初の3単位は名詞、「所」だけが接尾辞に分類される。短単位と長単位の別は3節の分析で利用する。

表1に話者の観点から見たデータの内訳を示す。話者の異なり総数は123名であり、年齢、性別とも広い範囲に分布している。また6名の話者は学会講演と模擬講演の両方を提供している。

表1 本研究で利用したデータにおける話者の分布

レジスター	N	女性話者*	男性話者*	生年 <1950*	生年 1950s*	生年 1960s*	生年 1970s*	N of /z/
学会講演	56	17(18)	38(38)	2(2)	6(6)	21(22)	26(26)	6,627
模擬講演	106	37(53)	37(53)	19(19)	11(21)	22(32)	22(34)	7,976

*括弧外の数字は話者の異なり人数。括弧内は講演数。

3.2 X-JToBIラベルによる/z/の変異の表現

図1にCSJ-Coreに記録されていた、同一男性話者による2種類の「次元」の音声を示す。左パネルは破擦音[dz]として実現された/z/で、「5次元」の一部として発音されたもの。右パネルは摩擦音[z]として実現された/z/で「12次元」の一部として発音されたものである。両パネルとも、最上段に音声波形、その下にサウンドスペクトログラムが表示され、その下にX-JToBIのWordラベル（短単位）と分節音ラベルが表示されている。

この例からわかるように、X-JToBIの分節音ラベリングでは、破擦音[dz]の声道閉鎖区間の末端に<cl>ラベルが付与されており、摩擦音にはこれが付与されていないので、これを利用して破擦音と摩擦音を別個に集計することができる。データ全体での/z/の破擦率は35%であり、これが以下における比較のベースラインとなる。なお、X-JToBIの分節音ラベル/zj/は音声学的な口蓋化（母音/i/の直前での口蓋化）を意味している。

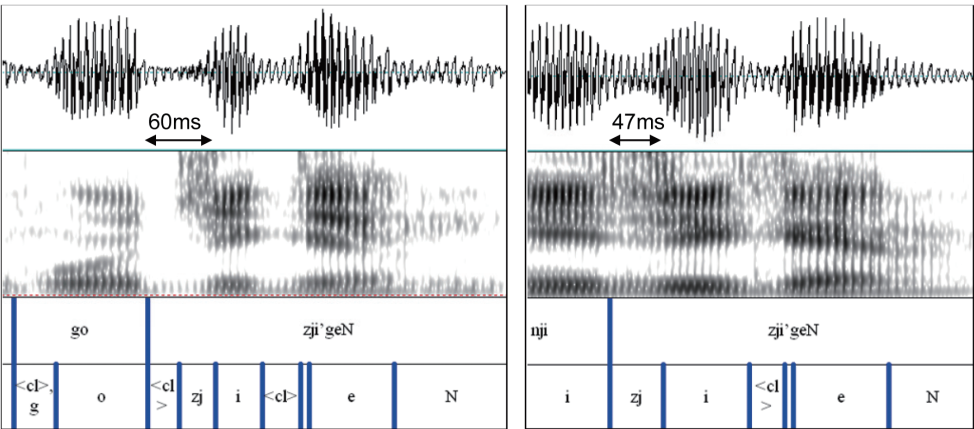


図1 破擦音（左）及び摩擦音（右）として実現された/z/（図中の矢印は/z/の時間区分を示している）

3.3 音素の位置に関する分析

3.3.1 短単位中のモーラ位置の分析

最初に短単位（SUW）中のモーラ位置によって/z/の調音に生じる変異を検討する。例えば「時間」「孤児」「必ず」の各短単位において/z/はそれぞれ第1，第2，第4モーラに位置している。このような語中位置についての集計結果を表2に示す。表の列は左から，短単位中のモーラ位置，/z/の摩擦音としての生起数，同じく破擦音としての生起数，破擦率（RAA: Rate of Affricate Articulation破擦音としての生起数／全生起数×100）である。最後の列（平均TACA）には5節で言及する。

表2ではモーラ位置が1の場合，すなわち短単位の語頭において，RAA（破擦率）が最高値をとっている。しかしながら，その絶対値は高々51%にとどまっており，「語頭では破擦音」という範疇的な変異が生じているとは解釈できない。

3.3.2 長単位冒頭の短単位の分析

前節ではすべての短単位を対象に集計をおこなったが，ここでは長単位（LUW）の冒頭に位置する短単位を対象を限って同様の集計をおこなった。短単位「時間」「孤児」は，長単位「時間差」「孤児院」においては長単位冒頭位置にあるので本節の集計の対象となるが，「勤務時間」「戦災孤児」では長単位の語中に位置しているので集計対象からはずれる。

集計結果を表3に示す。表の構造は表2と同じである。表3における破擦率の分布は一般的に表2に酷似しているが，/z/が長単位冒頭（従って同時に短単位冒頭）に位置するときは破擦率が58.3%まで上昇する。

表2 短単位中のモーラ位置の影響

モーラ位置	摩擦音	破擦音	RAA[%]	平均TACA[ms]
1	3,333	3,482	51.1	154.2
2	2,869	334	10.4	54.5
3	2,851	1,195	29.5	76.5
4	274	52	16.0	60.3
5	99	34	25.6	67.4
5<	72	8	10.0	60.7

表3 長単位冒頭の短単位におけるモーラ位置の影響

モーラ位置	摩擦音	破擦音	RAA[%]	平均TACA[ms]
1	2,047	2,856	58.3	183.1
2	2,505	298	10.6	54.8
3	2,477	1,070	30.2	77.2
4	259	49	15.9	59.9
5	92	28	23.3	67.0
5<	66	8	10.8	60.6

3.3.3 アクセント句冒頭の短単位分析

表4はアクセント句（AP）冒頭の短単位について同様の集計をおこなった結果である。破擦率の分布は全般的に表2，3に酷似しているが，/z/がアクセント句冒頭（従って同時に短単位及び長単位冒頭）に位置するときは破擦率が63.7%まで上昇する。

表4 アクセント句冒頭の短単位におけるモーラ位置の影響

モーラ位置	摩擦音	破擦音	RAA[%]	平均TACA[ms]
1	1,159	2,035	63.7	236.6
2	1,842	241	11.6	54.9
3	1,806	815	31.1	78.2
4	212	42	16.5	60.4
5	58	23	28.4	69.7
5<	49	8	14.0	63.3

3.4 近傍分節音に関する分析

3.4.1 後続母音の影響

表5に/z/直後の分節音，すなわち/z/とともにモーラを構成する母音の種別による破擦率の変動を示す。後続母音が前舌母音（/i/, /e/）であると破擦率が上昇することがわかる。なお表5の集計からは拗音が除外されている。

表5 直後の分節音の影響

後続母音	摩擦音	破擦音	RAA[%]	平均TACA[ms]
/a/	631	168	21.0	68.5
/e/	651	406	38.4	74.9
/i/	2,979	2,252	43.1	78.2
/o/	734	117	13.7	58.9
/u/	1,506	368	19.6	62.7

3.4.2 拗音の影響

表6は拗音（音韻的口蓋化）の影響を母音の別を問わずに全体として評価した結果である。また後続母音ごとに拗音中の/z/の破擦率を集計した結果を表7に示す。拗音化した/z/の破擦率は直音よりも若干高く，拗音の後続母音による差もありそうにみえる。しかし実際にはこの差はデータの語彙的な偏りに起因するものであることを5.2節で論じる。

表6 拗音化（音韻的口蓋化）の影響

/z/	摩擦音	破擦音	RAA[%]	平均TACA[ms]
拗音	2,997	1,794	37.4	106.0
非拗音	6,501	3,311	33.7	108.1

表7 拗音における後続母音の影響

モーラ	摩擦音	破擦音	RAA[%]	平均TACA[ms]
/zya/	302	289	48.9	81.3
/zyo/	1,543	681	30.6	67.0
/zyu/	1,082	800	42.5	86.7

3.4.3 直前の分節音の影響

表8に直前の分節音の影響を示す。/z/の直前に促音/Q/ないし撥音/N/があると破擦率が顕著に上昇することは注目に値する。この現象は4.2節以降で詳しく検討する。

なお、伝統的な日本語では促音は有声音である/z/の直前には生起しないとされているが、外来語はその例外になる。CSJに記録されている/Qz/は「ロッジ」「ベイブリッジ」「カバレッジ」などの外来語に生じている。促音、撥音と同じくモーラ音素である長母音/H/には破擦化促進効果が認められない。これについては4.2節参照。

直前の母音が/i/である場合の破擦率が低い。これには語彙的な偏りが関係している。この環境に生じる高頻度語を頻度の降順に示すと、「非常」(N=407)、「以上」(N=201)、「二十」(N=165)、「規準」(N=76)、「自然」(N=56)、「相槌」(N=53)等である。これらの語では/z/が語中に位置している（正確に言えば後述するTACAの値が小さい）ために破擦率が低く（9.5%）、それが全体の平均値を低下させている。

表8 直前の分節音の影響

直前分節音	摩擦音	破擦音	RAA[%]	平均TACA[ms]
/a/	1,847	983	34.7	67.7
/e/	562	387	40.8	76.4
/i/	2,279	404	15.1	57.9
/o/	1,292	881	40.5	68.0
/u/	980	280	22.2	58.7
/H/	1,655	822	33.2	67.4
/N/	877	1,329	60.2	120.6
/Q/	5	14	73.7	106.1

3.5 韻律的特徴に関する分析

3.5.1 アクセント

/z/を含むモーラにアクセント（アクセント核）が置かれているかどうかによる集計結果を表9に示す。「火事」/ka'zi/のように、語としてはアクセント核（'）をもつが、/z/が属するモーラ以外の位置にアクセント核が位置しているケースは無に分類されている。アクセントが存在すると破擦率が上昇している。この問題は5.3節で検討する。

表9 アクセントの影響

アクセント	摩擦音	破擦音	RAA[%]	平均TACA[ms]
有	1,400	1,026	42.3	76.6
無	8,098	4,079	33.5	73.2

3.5.2 直前韻律境界のBI

対象とする/z/の直前に位置する韻律境界に付与されたX-JToBIのBIラベル（Maekawa et al. 2002; 五十嵐ほか2006）による集計結果を表10に示す。この集計からは頻度が10以下のBIラベルは除外してある。

1とポーズが後続する1+pを比較すると後者の破擦率が高く、2ないし2+bとポーズが後続する2+pないし2+bpを比較するとやはり後者の破擦率が高い。さらに語中のポーズを表すPの場合も破擦率は相対的に高い値をとる。このようにポーズが破擦率を顕著に上昇させる傾向が認められる。

表10 直前の韻律境界の影響

BI	およその特徴	摩擦音	破擦音	RAA[%]	平均TACA[ms]
1	SUW（短単位）境界	2,584	882	25.4	68.3
1+p	SUW境界にポーズ有	13	23	63.9	109.7
2	AP（アクセント句）境界	1,862	828	30.8	69.3
2+b	AP境界にBPM有	371	149	28.7	66.9
2+p	AP境界にポーズ有	212	212	50.0	91.1
2+bp	AP境界にポーズとBPM有	124	86	42.0	85.3
3	IP（中間句）境界	2,773	1,926	41.0	78.6
F	フィラー	1,545	978	38.8	73.8
P	SUW内部のポーズ	10	9	47.4	82.8

3.5.3 直前のポーズ

ポーズの効果をより直截に検討するために、/z/の直前にポーズが位置することの効果を検討した結果を表11に示す。/z/直前にポーズが位置することによって破擦率は顕著に上昇し、80%に達する。これは、ここまで観察されたなかで最も高い破擦率である。

表11 直前のポーズの影響

ポーズ	摩擦音	破擦音	RAA[%]	平均TACA[ms]
有	193	778	80.1	69.6
無	9,305	4,327	31.7	131.3

3.6 言語外的特徴に関する分析

ここまで検討してきたのは言語自体の特徴であった。ここでは言語そのものではなく、発話がおこなわれた状況や話者の属性などの言語外的特徴を検討する。

3.6.1 講演の種類

最初にCSJのレジスターの影響を検討する。模擬講演の平均破擦率は39.6% (N=7,976) で29.4%の学会講演 (N=6,627) よりも高い。

3.6.2 話者の性別

女性話者の平均破擦率は41.3% (N=6,172) で、男性話者の30.3% (N=8,431) よりも高い。

3.6.3 話者の生年代

表12は話者を10年幅の生年代に分類して、その影響を示したものである。話者の生年代と破擦率の間には明瞭な相関があり、話者が若くなるほど破擦率は低下している。

表12 話者の生年代の影響

生年代	摩擦音	破擦音	RAA[%]	平均TACA[ms]
<1950	745	799	51.7	82.3
1950s	1,220	794	39.4	74.9
1960s	3,470	1,765	33.7	72.7
1970s	4,063	1,747	30.1	72.0

3.6.4 発話速度

表13に発話速度の影響を示す。発話速度はアクセント句を領域として1秒あたりの生成モーラ数で表している。発話速度と破擦率の間には明瞭な負の相関があり、発話速度の上昇につれて破擦率は低下する。

表13 発話速度の影響

発話速度 [mora/sec]	摩擦音	破擦音	RAA[%]	平均TACA[ms]
=<3	66	54	45.0	98.3
3 – 6	959	718	42.8	90.9
6 – 9	3,709	2,203	37.3	76.8
9 – 12	3,612	1,699	32.0	68
12<	1,152	431	27.2	61.3

4. 議論

4.1 分析のまとめ

前節のコーパス分析により、/z/の調音様式の変異が、先行研究の多くが想定していた「語頭では破擦音、それ以外では摩擦音」という範疇的な要因によって条件付けられた異音現象ではないことが明らかになった。短単位、長単位、アクセント句の各「語」頭位置においては、たしかに破擦音の比率が上昇するが、その効果は限定的であり、破擦率が最も上

昇するアクセント句頭においても高々6割程度が破擦音化するととどまる。またアクセント句のように複雑な単位を「語」とみなすことにはそもそも無理がある。

/z/の破擦化を促す単独の要因として最も影響力が大きかったのは/z/直前に位置するポーズであり、また/z/を含む短単位の直前にポーズが位置する場合にも破擦化の促進効果が認められた。さらに/z/の直前に促音ないし撥音が位置している場合にも破擦音化が促進されていた。

4.2 仮説

/z/の変異を正しく説明する仮説を得るためには、破擦化の促進要因である、語頭、ポーズ、撥音、促音の背後に存在する要素を見出す必要がある。そのような要素として考えられるのは、子音/z/の調音運動に利用することのできる時間長である。すなわち、/z/の調音に利用可能な時間が十分にあれば/z/は破擦音として調音され、時間が不足するにつれ、摩擦音として実現されることが多くなるという仮説である。

この仮説はポーズの破擦促進効果を直截的に説明するほか、各種の語頭位置は、その直前にポーズが生起する確率の高い位置であることを考えれば、語頭効果の一部もこの仮説によって説明することができそうである。

最後に促音と撥音の破擦化促進効果もまた、この仮説で説明可能である。よく知られているように、日本語の促音と撥音はそれ自体としては調音点の指定をうけていない。実際の調音においては、直後に位置する分節音（子音）の調音点が促音ないし撥音の調音点情報として用いられる。

例えば/kaQpa/「河童」、/kaQta/「買った」、/kaQka/「閣下」、/kaQsya/「滑車」における促音とその後続子音は、音声学的には[kap:a], [kat:a], [kak:a], [kaʃ:a]のように長い子音として実現される。これは撥音に鼻音が後続する場合も同様であり、/saNma/「秋刀魚」、/kaNna/「鮑」には、[sam:a], [kan:a]のように長い鼻音が生じる。

撥音に後続する子音が鼻音でない場合、/kaNpai/「乾杯」、/kaNtai/「歓待」、/kaNkai/「官界」、/saNba/「産婆」、/kaNda/「神田」、/kaNgo/「漢語」はそれぞれ[kampai], [kantai], [kaŋkai], [samba], [kanda], [kango]（ないし[kaŋyo]）となる。ここでは厳密な意味での長子音は生じていないが、[mp], [nt], [ŋk], [mb], [nd], [ŋg], [ŋɣ]はいずれも同じ調音点を共有する鼻音と非鼻音の連鎖であるから、唇や舌の調音運動は促音などと同様、一個の長い子音の調音に該当するものと考えられる。

撥音ないし促音に/z/が後続する場合、/roQzi/「ロッジ」は[rod:ʒi]（もしくは[roʒ:i]）、/kaNzi/「漢字」は[kandʒi]（もしくは[kanʒi]）になるから、舌の調音運動に関する限り、そこには一種の長子音が生じているとみなせる。

さて、長子音においては通常の短子音よりも多くの時間を調音に利用することができる。従って直前に促音ないし撥音が位置する場合の/z/の破擦化促進効果もまた、調音に利用可能な時間という観点から統一的に説明することができる。

ちなみに日本語の音韻分析において、撥音や促音と同じくモーラ音素として位置づけら

れる長母音（の後半要素）/H/は、/z/の直前に位置しても/z/の破擦化を促進する効果は認められないはずである。何故ならば/H/もまたそれ自体としては調音点情報をもたない音素であるが、/H/の場合、調音位置情報は後続する子音からではなく、先行する母音音素のものが利用されるからである。実際、表8における/H/直後の/z/の破擦率は33%であり、コーパス全体の破擦率と一致していることがわかる。

4.3 Time Allotted for Consonant Articulation

前節で述べた仮説を定量的に検討するためには、子音調音に利用可能な時間に係る何らかの定量的測度が必要である。その測度のことを以下でTime Allotted for Consonant Articulationの頭文字をとってTACAと呼ぶことにする。

TACAの定義には様々なものが考えられる。本来TACAは調音運動の観測情報から導かれるべきであるが、ここではCSJにおいて利用可能な音響情報を利用してTACAを定義することとし、3種類の定義を比較検討する。

最も単純な定義は、音響的に規定される/z/の持続時間そのものを何の加工もせずにTACAとする定義である。これをTACA0と呼ぶ。

第二の定義は、/z/の直前に促音/Q/ないし撥音/N/が存在していたら/Qz/ないし/Nz/全体の時間をTACAとみなすものである。これをTACA1と呼ぶ。

第三の定義は/z/の直前ないし/Qz/, /Nz/の直前にポーズが位置していれば、その持続時間もTACAに組み入れるものである。これをTACA2と呼ぶ。/z/の直前に短いポーズがあり、その直前に促音ないし撥音が位置している場合も、促音ないし撥音とポーズと/z/の全体をTACA2とみなす。TACA2の計算ではさらにポーズの持続時間に一定の制約を加えることが必要だが、これについては後述する。

TACA0, TACA1, TACA2の値は、/z/の直前にポーズがなく、促音も撥音も存在していなければ同一である。/kore wa zasiki desu/「これは座敷です」（音素表記中の空白は短単位境界）の/z/がその例である。しかし/kore wa <pz> zasiki desu/（記号<pz>でポーズを示す）のように/z/直前にポーズがあれば、TACA0とTACA1は等しいが、TACA2は相対的に大きな値をとる。

一方/kazi/「火事」と/kaNzi/「漢字」を比較すると（発話速度その他の条件が同一であれば）、TACA1及びTACA2は/kaNzi/において/kazi/よりも大きな値をとる。しかしTACA0には変化は生じない。また非流暢な発話において/ka<pz>zi/のように語中にポーズが出現すれば、TACA2はTACA0及びTACA1よりも大きな値をとる。

以上の説明からわかるようにTACAは、発話速度と発話の局所的な音韻構造によって決定される測度であり、発話の形態論的、統語的、ないし韻律的構造には一切関係がない。

図2に上述の3種類のTACAと/z/の破擦率の関係を示した。横軸はTACAをミリ秒単位で、縦軸は破擦率を百分率で示している。TACAのいずれの定義においても、TACAが増大するにつれ破擦率が上昇するという全体的傾向は共通して観察される。しかしTACA0とTACA1では、横軸の両端において、単調増加関係に乱れが生じているのに対して、

TACA2ではTACAが20msから240msまで変化するにつれ、破擦率が5%から95%まではほぼ単純に増加しており、この点でTACA2は三者中最も優れた測度になっていると言える。

ここでTACAと破擦率の間に単調増加関係が存在すると考える根拠は以下のとおりである。TACAには破擦調音が可能となる閾値が存在し、その閾値は正規分布していると仮定すれば、図2はその正規分布密度関数を積分して累積確率を計算した結果とみることができる。この仮定にたてばTACAと破擦率の間には単調増加の関係が存在していなければならない。

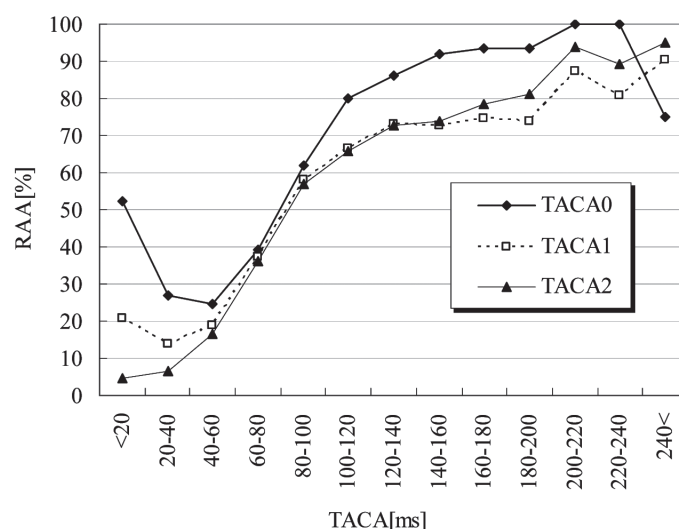


図2 3種類のTACAと破擦率の関係

表14は/z/の調音を破擦ならば1、摩擦ならば0という2項変数とみなして、TACAを独立変数とするロジスティック単回帰分析で予測した場合の平均予測精度（closed-data）とAIC値である。TACA2による予測精度が最も高く、AICも最小値をとることがわかる。

表14 TACAによる破擦率の予測

TACAの種類	予測精度 [%]	AIC
TACA0	70.5	17,565
TACA1	72.4	16,440
TACA2	74.2	15,539

最後にTACA2におけるポーズのとりあつかいを説明する。/z/に先行するポーズの長さは、それが発話境界に合致したような場合には、極端に大きな値をとることがある。今回のデータでは、/z/に先立つ971個のポーズのうち、1,000ms以上のものが207個、2,000ms以上が80個、そして3,000ms以上が40個あり、なかには10秒以上に達するポーズもあった。このようなポーズの時間長の全体が/z/の調音に利用されるとは考えられないので、過大なポーズ長をそのままTACA2の計算に用いることは、TACAの測度としての価値を低下させることになる。この問題を解消するため、図2及び表14に示したTACA2の計算には、ポーズ

ズ長は最大でも/z/そのものの持続時間長を超えないという制約を導入した。

このほかに、コーパスから計算されるポーズの平均長（72ms）を利用してTACA2を計算することも考えられる。表14と同じ方法で評価すると、この方式の方がよい結果をもたらすのだが（平均予測精度75.0%，AICは15,312），本研究ではこの方式は採用しなかった。その理由は、ポーズの平均値は全面的にコーパスに依存しているため、コーパスを利用しない研究では利用できないからである。

5. TACAによる再分析

図2に示されたTACA2と破擦率の間の単調増加関係と表14に示されたTACAによる破擦率の高い予測精度は、4.2節に述べた仮説の妥当性を強く示唆するものである。本節では、/z/の破擦率の予測変数としてのTACA2の有益性をより詳しく証明するために、3.2から3.6の各節で検討した変数群とTACAの関係を検討することにする。以下ではTACA2のことをただTACAと呼ぶことにする。以下の議論で参照するTACA（TACA2）の値は既に表2以下に掲載されている。

5.1 位置

図3は、短単位の話頭及び話中（非話頭）位置におけるTACAと/z/の破擦率の関係を示している。この図からは3つの重要な事実を読みとることができる。第一にTACAと破擦率の間には、短単位中の位置を問わずに高い相関が存在している。ピアソン積率相関係数値は話頭で0.849、話中で0.933である。

第二にTACAの全域にわたって、短単位話頭位置における平均破擦率は、対応する話中位置における平均値よりも高い。これはTACAの効果とは別に話頭に位置することの効果が存在することを示唆している。

第三に、しかしながら、話頭の効果は、TACAの効果に比較すると限られたものにとどまっている。TACAの値にしたがって破擦率が最低5%から95%まで変化するのに対して、話頭の効果（すなわち図中の2本のカーブの間の差）は最大でも30%に達していない。

図4は長単位について図3と同じ分析を施した結果である。短単位と同じ結果が得られており、相関係数は長単位話頭において0.879、話中において0.948である。

最後に図5はアクセント句を領域として、句頭と句中におけるTACAと破擦率の関係を分析した結果である。結果は短単位及び長単位の場合と同一である。TACAと破擦率の相関係数はアクセント句頭において0.850、句中において0.965である。

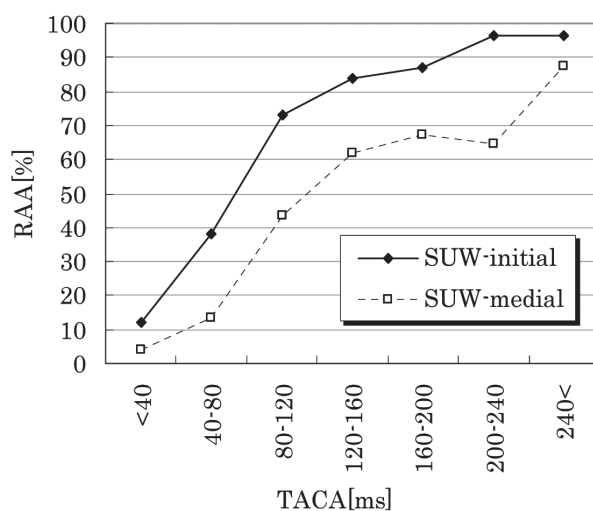


図3 短単位の前頭及び語中におけるTACAと破擦率の関係

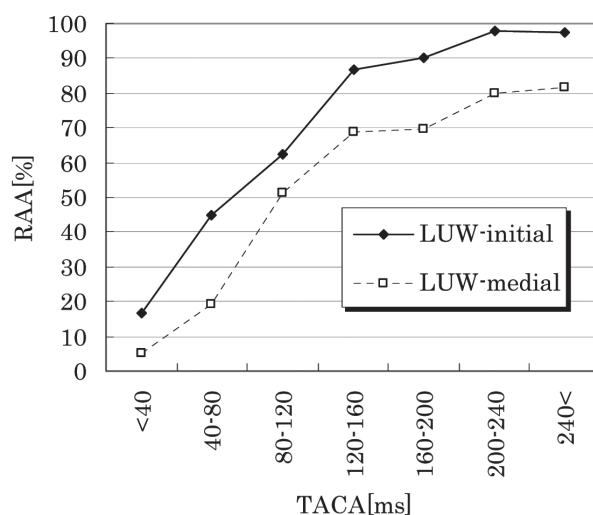


図4 長単位の前頭及び語中におけるTACAと破擦率の関係

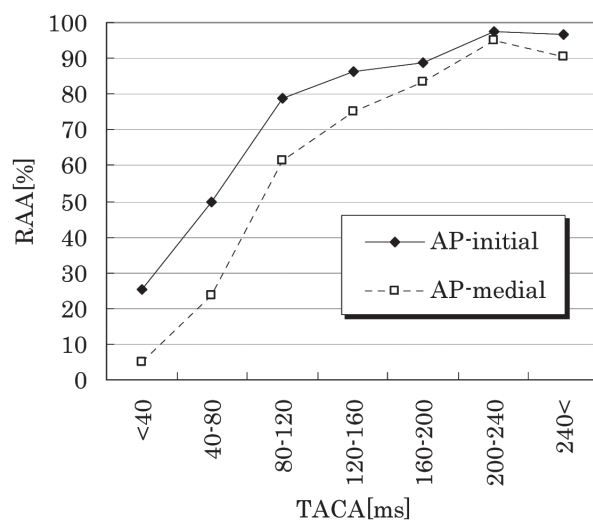


図5 アクセント句の句頭及び句中におけるTACAと破擦率の関係

5.2 分節音

3.4節でとりあげた分節音の特徴のうち直前の分節音に関する効果の一部、すなわち直前の促音、撥音、ポーズの効果は、TACAの定義そのものに反映されているので、ここでは、それ以外の要素を検討する。

5.2.1 後続母音

この問題を検討するために必要なTACAの情報は、表5に掲載されている。TACAと破擦率の相関係数（表5の第4列と第5列の相関、以下同様）は0.966に達する。

5.2.2 先行母音

表8に掲載されているTACAと破擦率の相関係数は、0.901である。表から促音と撥音を除外して計算すると0.910である。

5.2.3 拗音

表6では、直音のTACAと破擦率が108.1msと33.7%、拗音が106.0msと37.4%である。破擦率の上昇がTACAの減少に対応しており、仮説に反する関係になっている。また、そもそも観察されたTACAの差は破擦率の差を説明するには僅少すぎると思われる。

また同じく拗音といっても、表7に示されているように、破擦率は/z/とモーラを構成する母音の種類によって変動しており、/zya/の場合に最高値（48.9%）をとっている。これらの事実は、表6、7における破擦率の変動がデータの語彙的なバイアスによって生じている可能性を疑わせる。

実際にデータを仔細に検討すると、/zya/においては591個のサンプルのうち559個が短単位の語頭に位置しており、また221個は撥音の直後に生じていた。このような偏りは接続詞の「じゃあ」（119個）と判定詞（断定の助動詞）「だ」に由来する「じゃ」（310個）によってもたらされていた。後者は「～のじゃない」の「の」が撥音化することによってしばしば「～んじゃない」の形で用いられていた。これら2語を除外して再集計すると、/zja/の破擦率は30.8%となる。

次に/zyu/の破擦率を上昇させているのは、3個の数詞「十」「三十」「四十」であった。「三十」と「四十」では撥音の効果によって破擦率が向上しており、「十」は、原因はよくわからないが、大きな言語単位の冒頭に多く生じていた。すなわち「十」の生起総数358回のうち、321回は長単位の語頭であり、268回はアクセント句の句頭であった。後に6節で再確認するように、これらの位置には、従来考えられていたものよりは限定されているが、それでも一定の破擦化促進効果が存在する。これらの数詞を除外して再集計すると、/zju/の破擦率は32.8%になる。

5.3 アクセント

アクセントについては、アクセントの存在と破擦率の上昇の間に音声学的な因果関係を想定することが困難である。日本語のアクセントには、英語のストレスなどとは異なって、アクセントが生じたモーラの持続時間を延長する効果は認められないからである。また表9に生じている8.8%の破擦率の差を説明する要因としては、観察されたTACAの差(3.4ms)はあまりに僅少である。

ここでもまた一見アクセントの効果とみえるものは語彙の偏りに起因している。アクセントをもつモーラに生じている/z/は2,426個あるが、そのうち1,745個(75%)は短単位語頭に生じているのである。ちなみにアクセントをもたない/z/の場合、短単位語頭に生じているのは42%(12,177個中の5,070個)にとどまっている。この偏りは、そもそも頭高型アクセントが日本語(東京語)において有力なアクセント型であることによってもたらされる偏りである。

5.4 言語外的特徴

5.4.1 話者の性別とレジスター

話者の性別をTACAの観点から検討するとき、やや複雑な議論が必要になる。先に3.6節で見たように、女性話者の破擦率は男性話者よりも高い。表15は性別による破擦率とTACA及び発話速度の関係を示しているが、この表を見ると、女性話者の方が男性話者よりも発話速度が遅いことがわかる。発話速度の低下はTACAの上昇に直結するから、破擦率の高さを説明するためには都合がよいのだが、ここに問題がある。

実はCSJの学会講演には男性話者が多く、また学会講演は講演時間に強い制約が課されているために模擬講演よりも発話速度が速くなる傾向がある(Maekawa 2009)。そのため、発話速度と性別の問題を考えるとときにはレジスターによる偏りに配慮する必要がある。

そこで表16においてレジスターと話者の性別の関係を検討した。この表を見ると学会講演においても模擬講演においても女性の発話速度が遅いので、発話速度の性差はレジスターの影響ではないと判断できる。

それでは破擦率の性差をもたらしているのは発話速度の差によるTACAの差なのかと言えば、そうとは考えにくい。表16における破擦率の変動幅に対してTACAの変動が小さすぎるからである。

結局のところ、女性話者の破擦率の高さは、女性は一般に男性よりも発音が明瞭であるためとして説明するのがよいと思われる。図6はTACAの値に対する破擦率の変化を男女別に示しているが、ほぼすべてのTACAの値に対して、女性話者は男性話者よりも高い破擦率を示しており、上述の解釈を支持するデータとなっている。

表15 話者の性別による変動

性別	N	RAA[%]	TACA[ms]	発話速度 [mora/sec]
女性	6,172	41.3	76.8	8.4
男性	8,431	30.3	71.5	9.2

表16 話者の性別とレジスターによる変動

レジスター	性別	N	RAA[%]	TACA[ms]	発話速度 [mora/sec]
学会講演	女性	2,460	36.5	73.8	8.7
	男性	4,167	25.2	65.5	9.6
模擬講演	女性	3,712	44.4	78.8	8.2
	男性	4,264	35.3	77.3	8.9

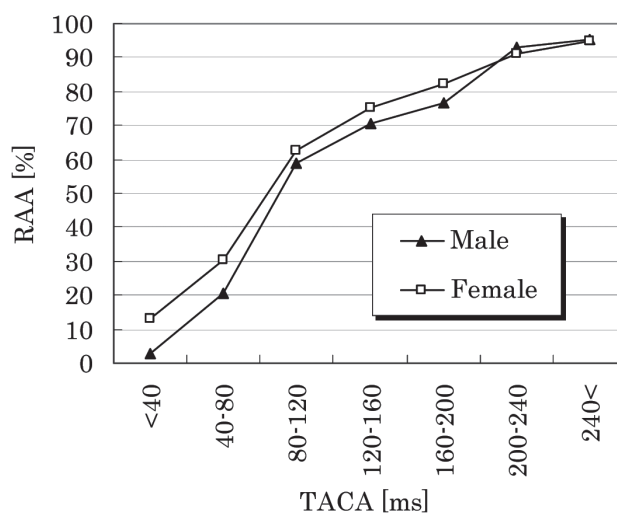


図6 TACAと破擦率の関係における性差

5.4.2 話者の年齢

先に表12に示したように、TACAと破擦率は生年代に関して強く相関しており、両者の相関係数は0.99に達する。この相関は加齢にともなう発話速度の低下によって生み出されたものである可能性が高い。

5.4.3 レジスター

図7は、破擦率・TACA・発話速度の三者をレジスターによって比較した結果である。この図からは、発話速度の高低がTACAに反映し、それがさらに破擦率に反映していることが読みとれる。

レジスターによる分節音の分布の差も破擦率の差の要因となっている可能性がある。表17は、促音ないし撥音の頻度とポーズの頻度がいずれも学会講演よりも模擬講演において高いことを示している。

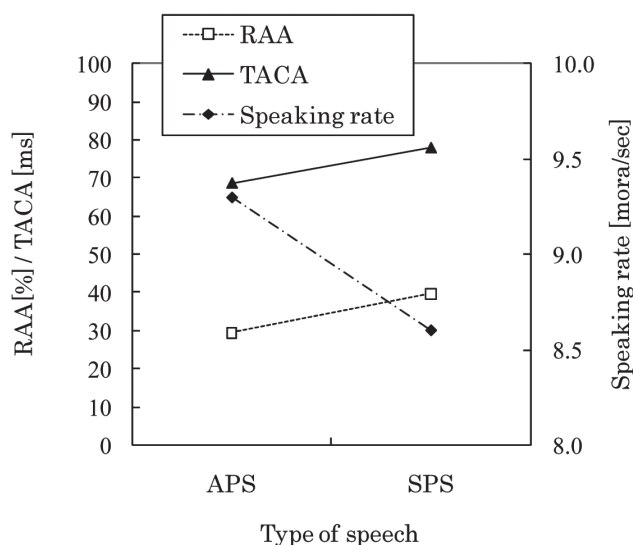


図7 破擦率，TACA，発話速度とレジスターの関係
左軸はRAAないしTACAを表している。
APSは学会講演。SPSは模擬講演である。

表17 レジスターによる分節的特徴の分布の差

レジスター	N	直前の/N, Q/	直前のポーズ	/N, Q/の割合[%]	ポーズの割合[%]
学会講演	6,627	739	397	11.2	6.0
模擬講演	7,976	1,486	573	18.6	7.2

5.4.4 発話速度

表13に示されているように，破擦率とTACAは発話速度を介して強く相関しており，両者の相関係数は0.99に達する。しかし，これをもってTACAが発話速度そのものであると解釈してはならない。図8は，アクセント句を領域として測定された発話速度の高低によってデータを三分した上で，TACAと破擦率の関係を示したグラフである。いずれの発話速度帯においても，TACAは横軸の全域にわたって分布し，さらに破擦率と強く相関している。換言すれば，TACAと破擦率の関係は発話速度によって変化していないことがわかる。

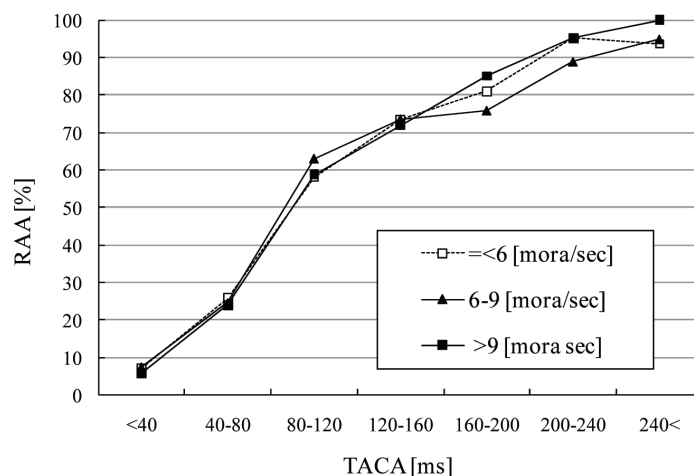


図8 TACAと破擦率の関係に対する発話速度の影響

5.5 話者の個人差

ここまで話者の個人差の問題を無視してきたが、実際には、今回のデータにも著しい個人差が存在している。図9は平均破擦率の個人差を示している。話者（speaker）と講演（speech）を区別しているのは、今回のデータでは6名の話者が学会講演と模擬講演の両方を提供しているためである。いずれの場合も、平均破擦率は20%以下から80%以上まで幅広く分布していることがわかる。6節で論じる統計的なモデリングでは、一部で個人差を積極的に利用することを試みている。

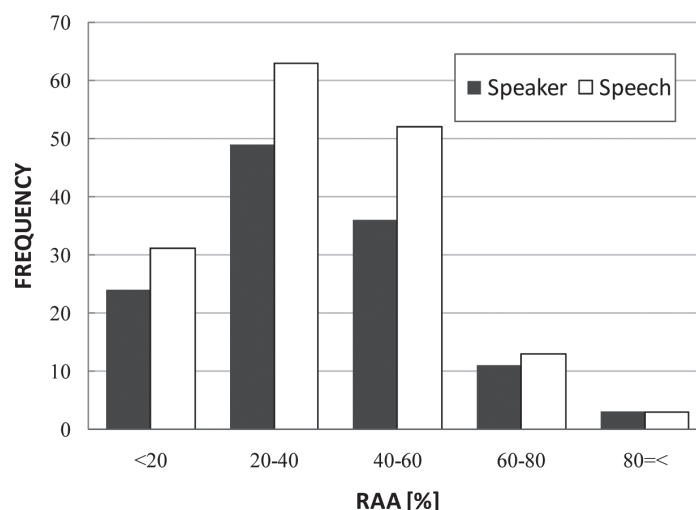


図9 平均破擦率の個人差

6. 統計的予測

本節では/z/の破擦率に影響を及ぼす種々の要因の相対的な重要性を検討するために、統計的なモデリングをおこなう。そのために二分木による決定木を構築する。

6.1 決定木

予測すべき変数は/z/の調音様式であり、二値変数である。分類のために利用する独立変数の候補としては、これまでに報告したすべての言語的ないし言語外的な特徴を利用する。さらに個々の話者もまた独立変数に加えることにした。5.5節で論じたように、今回のデータには著しい個人差が認められるからである。独立変数のうち、短単位、長単位、アクセント句の位置情報は、語頭かそれ以外（語中）かの二項変数として扱っている。

R言語（Ver. 2.8.1）のrpart関数をデフォルト設定で用いて、CARTアルゴリズムによる二分決定木を計算した。図10に計算された決定木を示す。

決定木のルートノードでの分岐、従って最も説明力の高い分岐はTACAの値が約70msより小さいかどうかによっている。ルートノードの左右の枝（図中のノードA, B）では、と

もに話者のグループ化による分岐がおこなわれている。図中のSpeaker Group 1と3、及び2と4に属する話者は全く同一ではないが、図11に示されているように、平均破擦率の低い話者がSpeaker Group 1、3に属し、平均破擦率の高い話者がSpeaker Group 2、4に属している。図10のノードA、Bが類似した規準による分岐であることがわかる（6.2節の分析も参照）。

決定木における最終的分岐は図中のC、Dのノードでともに長単位の語頭であるかどうかを規準にしておこなわれている。

決定木において同一の高さに属するノードA、B及びノードC、Dにおいて、實際上同一と考えられる規準による分岐がおこなわれていたことは、決定木に採択された独立変数（TACA、個人差、長単位中の位置）の間には統計的な交互作用が存在しないことを示唆している。この問題は次節で検討する。

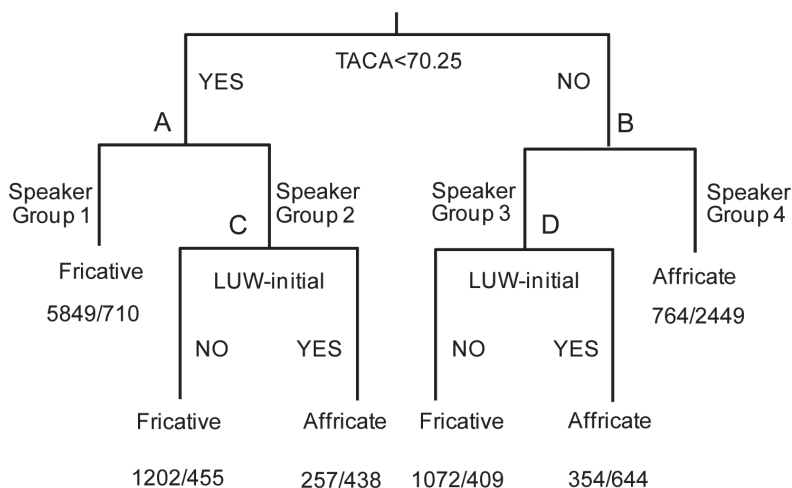


図10 CARTアルゴリズムによる決定木

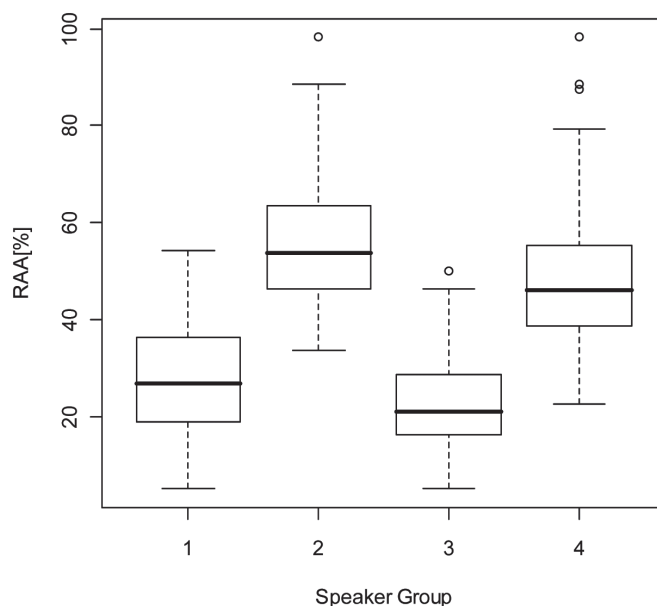


図11 話者グループごとの平均破擦率

図10の各ターミナルノードの下に分数のように示されている数字は、決定木による分類結果であり、分子が摩擦音、分母が破擦音に分類されたサンプル数を示している。各ノードにおける平均破擦率は（分母÷（分子+分母））×100で計算できる。図10では平均破擦率が50%以上のノードは破擦音（Affricate）に、50%未満のノードは摩擦音（Fricative）に分類されている。

決定木全体による分類の精度は79.8%であり、破擦音は5,105個中3,531個が、摩擦音は9,498個中8,123個が正しく分類されている。またルートノードのみによる分類の精度を計算すると約74%である。

6.2 交互作用の分析

先に指摘したように、図10の決定木に含まれる独立変数間には交互作用がないと予想される。これを実証するために、図10と同じ独立変数を用いたロジスティック回帰分析を実施した。結果を表18に示す。独立変数のうちLUWは長単位中の位置を表す二値変数、GroupLowは平均破擦率が40%未満の講演であることを示す二値変数である。

表18のEstimateはモデルによって推定された偏回帰係数、Std. Errorは標準誤差、Z valueは偏回帰係数を標準誤差で割って標準化した値で、その確率が $P(>|z|)$ である。表18の解釈はきわめて容易である。3個の主効果にはすべて $p<0.0001$ で有意差が認められるが、考えるすべての交互作用項には有意差が認められない。これによって先述の予想の正しさが証明される。また表中の偏回帰係数はその独立変数の従属変数（/z/の破擦化）への影響の大きさを表しているが、TACAとダミー変数とでは単位が異なるので直接比較できない。そこで3個の独立変数の標準化偏回帰係数（偏回帰係数と当該独立変数の標準偏差の積を従属変数の標準偏差で除した値）を計算すると、TACAが3.767、LUWが1.608、GroupLowが-1.357となり、TACAの貢献の大きさが明白になる。

表18 交互作用項を含むロジスティック回帰分析の結果

	Estimate	Std. Error	Z value	$P(> z)$
Intercept	-2.9045	0.1096	-26.499	<0.0001
LUW	1.5265	0.2101	7.265	<0.0001
GroupLow	-1.4315	0.1537	-9.315	<0.0001
TACA	34.9653	1.4629	23.901	<0.0001
LUW*GroupLow	-0.0977	0.2720	-0.359	0.719
LUW*TACA	-0.9715	2.9281	-0.332	0.740
GroupLow*TACA	-3.1615	1.8764	-1.685	0.092
LUW*GroupLow*TACA	5.5230	3.6287	1.522	0.128

7. /z/の変異に関する結論

日本語のザ行子音/z/の調音様式の破擦音と摩擦音にまたがる変異をCSJ-Coreに付与されたX-JToBIラベルを利用して分析した結果、この変異を音素が語中で占める位置による条件変異とみる従来の分析は妥当性を欠くものであることが明らかになった。

この変異を説明するために最も有効な観点は、/z/の調音にどれだけの時間を利用することができるかであり、本研究ではその量的指標としてTACAを提案した。TACAは単独でデータ全体の約74%を正しく分類することができる。

/z/が語中で占める位置は説明変数として全く意味をなさないわけではなく、TACAとは独立に副次的な要因として機能している。しかし標準化偏回帰係数で評価すると、語中位置の貢献はTACAに比べると格段に小さく、話者の個人差と同程度にとどまっている。

TACAによる分析はまた/z/の本来的な姿が破擦音であろうという推論を可能にする。図2等において横軸の右端ではRAAが100%に接近しているが、これは理想的な状況下における/z/の調音状態（金田一1965の言う「丁寧な発音」参照）を近似していると考えられるからである。

最後に従来の分析の欠点を指摘すると、まず従来の研究では「語」が何を意味するかがはっきりと規定されていなかった。孤立発声された短単位の語頭は、短単位語頭であると同時に長単位の語頭でもあり、アクセント句の句頭、さらに発話の冒頭でもある。従来の研究が語中位置の効果を過大評価してしまった原因はここに求められる。従来の研究のもうひとつの欠点は、発話速度に注意を払っていなかったことである。TACAは発話速度だけで決まる指標ではないことは上述のとおりであるが、促音、撥音とポーズの効果にだけ注目したのでは、TACAの効果を正しく評価することは困難だと思われる。

CSJには種々の言語単位のアノテーションが施されているので、種々の言語単位の効果と比較検討することができた。また、発話速度も大幅に変動しているので、発話速度の影響も正しく把握することができた。自発音声の多様性が問題解決の端緒となったと言える。

8. コーパスによる自発音声研究の意義

本稿全体のまとめとして、現在進行中の共同研究の紹介という『国語研プロジェクトレビュー』の目標に沿って本研究の意義を再検討することにする。本研究の音声学的価値は、従来半ば定説となっていた/z/の変異を条件変異とみる説を大量の自発音声の定量的解析にもとづいて退けたことと、観察される変異を説明する要因としてTACAという音声学的測度を新たに提案し、その有効性を様々な手法で実証した点にあるが、ここで論じたいのは、この研究にコーパスがどのような役割を果たしたかである。そのためには、もしCSJ-Coreを利用することができなかったとしたら、本研究が見出した結論に達することができたかという問題を考えればよい。

8.1 要因検討の悉皆性

仮に本研究を、いわゆる実験的な方法で実施したとしよう。本研究の3節では、種々の言語学的単位の効果、隣接する分節音の効果、直前の韻律境界の効果などを検討している。これらの変数をすべて含めた実験を実施することは理論上不可能ではない。しかし、言語単位が6水準（短単位、長単位、アクセント句それぞれの始端と始端以外）、後続分節音が5水準、先行分節音が8水準、アクセントが2水準、韻律境界が6種類と要因の水準を掛けあわせていくと、ここまでで既に2,880個の発話が必要になり、通常の音声学的実験の範囲を超過した実験となっている。

しかも、この実験では、本研究によって本質的な重要性が確認された発話速度が制御されておらず、話者の社会的属性や発話のレジスター差も考慮されていない。もしこれらの要因を統御して悉皆的な実験を企画するならば、必要とされる発話数は数万個に達することになり、そのような実験を実施することは明らかに不可能である。実験計画法を用いれば、要因とその水準数の組み合わせを絞り込むことができる。しかしその場合は要因間の相互作用を無視することになる。結果的に本研究では要因間の強い相互作用は発見されていないが、研究の当初からそのような仮定を導入することの当否は、言語学的ないし音声学的な観点から独立に検討する必要がある。

分析したい現象にかかわる言語的、音声的、社会言語学的要因が非常に多岐にわたる場合に、あらかじめ精密なアノテーションが施されたコーパスを利用できることの利点は議論の余地なく明らかである。

8.2 展開可能性

しかし、それだけがコーパスを用いる利点ではない。コーパスを用いた研究のもうひとつの顕著な利点は、研究のすばやい展開を可能とすることである。

筆者は本研究終了後ただちに、TACAを利用して日本語有声閉鎖音/b, d, g/の閉鎖調音の弱化現象の分析に着手した。例えば/b/が[β]のように発音されるこの現象は、破擦音の摩擦音化と本質的には同じ調音現象だと考えられたからである。実際、分析結果は、この現象もまたTACAによって大部分が説明されるものであることを示していた。この研究成果は前川（2010）として公開済であるが、もし実験研究であれば、一から新たな実験を企画しなければならず、同一年内に公開することは到底不可能だったに違いない。

そして、もし本研究の結論に疑問を感じる読者があれば、CSJを入手することによって、筆者が用いたものと完全に一致するデータに基づいて本研究を批判検討することができる。このような従来の実験研究とは全く次元の異なる高度の追試可能性は、学界全体の研究水準の向上に寄与すると考えられる。

8.3 発話の自然性

コーパス利用の利点として、最後に、発話の自然さが確保されている点を指摘できる。これはコーパス全般ではなく、CSJのような自発音声コーパスに限った利点であるが、統制の加えられていない自然な音声の分析は今後の音声研究のめざすべき方向のひとつであると筆者は考えている。

コーパス言語学全般について、それが「実際に用いられたことが確実」な用例に基づく分析であることに積極的な価値を見出す研究者が多い。これは文法研究の場合、言語の運用に関する研究者の内省判断と現実の言語運用が必ずしも一致しないことが多いという反省にもとづく評価であると考えられるが、実は音声の研究にあっても、重視されるべき条件ではないかと思われる。意味の対立にかかわる音韻現象だけを分析するならばともかく、本稿やその続報である前川（2010）でとりあげたような音声変異現象の分析にあっては、実験環境で収録された発話が、実際の用例を正確に反映しているかどうかは保証の限りでない。その場合、実際の用例（すなわち自発音声）の分析が研究の1ステップとして欠かすことができないのではないかと思われる。本研究ないし前川（2010）の場合、逆に自発音声だけを分析しており、実験環境でのデータは分析していないが、両者の比較は面白い研究課題のひとつである。

音声変異の研究以上に自発音声の分析が欠かせないのが、語用論的な意味あるいは発話意図と呼ばれる種類の意味がかかわる現象である。その典型は句末イントネーション（boundary pitch movement）の分析である。実験的に収集された句末イントネーションにつきまとう「わざとらしさ」が気になる研究者は筆者だけではあるまい。この方面の研究も今後、共同研究のなかでとりあげる予定である。

8.4 コーパス利用の問題点

最後に、コーパスを利用した研究の問題点に触れておく。本研究の実施を通して筆者が認識した問題点は以下のふたつであった。ひとつは分析条件の組み合わせが複雑になったり、もともと生起頻度の低い要因を検討したりする際には、語彙的な偏りの存在に気をつける必要がある点である。本研究では拗音（5.2.3節）やアクセント（5.3節）の分析で語彙的な偏りの影響が確認された。CSJのような自発音声コーパスの分析では、常にこの問題に注意する必要がある。

第二の問題は個人差の存在である。本研究の5.5節に示されているように、音声変異現象には顕著な個人差が観察されることが多い。従来、実験データに対して統計分析を施す場合には、個人差をデータの誤差の一部とみなして正規分布で近似するのが定石になっているが、実は、個人差もまた、変異の要因として積極的にモデル化すべきであるのかもしれない。近年では、計算機の発展に支えられた統計手法の発達によって、被験者の個人差を前提とした混合効果分析（Mixed effects model. 個人差を回帰式の切片や傾きの分布によって表現するモデル。Baayen 2008参照）も利用できるようになってきている。本研究

の6節で試みた個人差の扱いは擬似的な工夫であって、将来は上述の回帰モデルなどによって置き換えられるべき性質のものである。

なお、音声変異の個人差については、複数の変異現象の関係を問題にすることも考えられる。CSJのように、多岐にわたる音声変異が同時に記録された大規模コーパスを利用すれば、変異Aにおける個人差と変異Bにおける個人差の関係を検討してみることが可能である。これは、いわゆる社会音声学（sociophonetics）における非常に興味深い研究課題であると思われる。

参考文献

- 天沼寧・大坪一夫・水谷修（1978）『日本語音声学』東京：くろしお出版。
有坂秀世（1940）『音韻論』東京：三省堂。
Baayen, R. H. (2008) *Analyzing linguistic data: A practical introduction to statistics using R*. Cambridge: Cambridge University Press.
服部四郎（1951）『音聲學』東京：岩波書店。
五十嵐陽介・菊池英明・前川喜久雄（2006）「韻律情報」『日本語話し言葉コーパスの構築法』347-453. 国立国語研究所。
川上 葵（1977）『日本語音声概説』東京：桜楓社。
金田一春彦（1965）「丁寧な発音の弁」『国語国文』34(2): 15-35.
Labov, William (2001) *Principles of linguistic change: Social factors*. Massachusetts: Blackwell.
前川喜久雄（2004）「『日本語話し言葉コーパス』の概要」『日本語科学』15: 111-133.
Maekawa, Kikuo (2009) Analysis of language variation using a large-scale corpus of spontaneous speech. In: Shu-Chuan Tseng (ed.) *Linguistic Patterns in Spontaneous Speech* (Language and Linguistic Monograph Series A25), 27-50. Taipei: Institute of Linguistics, Academia Sinica.
前川喜久雄（2010）「日本語有声破裂音における閉鎖調音の弱化」『音声研究』14(2): 1-15.
Maekawa, Kikuo, Hideaki Kikuchi, Yosuke Igarashi and Jennifer Venditti (2002) X-JToBI: An extended J_ToBI for spontaneous speech. *Proceedings of the 7th International Conference on Spoken Language Processing (ICSLP2002)*, Denver, 3: 1545-1548.
Vance, Timothy J. (1987) *An introduction to Japanese phonology*. New York: State University of New York Press.
Yamaguchi, Toshiko (2007) *Japanese linguistics: An introduction*. London: Continuum.

前川 喜久雄（まえかわ・きくお）

1956年生まれ。上智大学大学院博士後期課程中退。鳥取大学教育学部助手、講師を経て、1989年に国立国語研究所言語行動研究部第二研究室研究員。以後、主任研究官、室長、領域長等を経て、2009年10月より大学共同利用機関国立国語研究所言語資源研究系教授、系長、コーパス開発センター長。2011年にコーパスを利用した自発音声の研究で東京工業大学大学院情報理工学研究科（計算工学専攻）より博士号（学術）取得。1999年より5年間は科学技術振興調整費補助金開放的融合研究推進制度課題「話し言葉コーパス」サブリーダーを務め、2006年より5年間は文部科学省科学研究費補助金特定領域研究「日本語コーパス」の領域代表者を務めた。『日本語話し言葉コーパス』と『現代日本語書き言葉均衡コーパス』は、これらの研究プロジェクトの成果である。主要著書に『言語の科学2 音声』（共著、岩波書店）、『言語の可能性6 言語と情報科学』（共著、朝倉書店）など。